

Justyna Helena Gruca, Paweł Migdał

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

WPŁYW TERENÓW ROLICZNYCH NA ZANIECZYSZCZENIE RZEKI KACZAWY W OKOLICACH UJŚCIA DO ODRY

Streszczenie

W obecnych czasach bardzo ważną rolę odgrywa monitoring szeroko rozumianego środowiska naturalnego. Rozwijające się technologie niosą za sobą wielkie niebezpieczeństwo skażenia i zanieczyszczenia środowiska, dlatego bardzo ważna jest nieustanna kontrola zachodzących zmian. Badania prowadzone przez Studenckie Koło Naukowe Hydrobiologów na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu, miały na celu scharakteryzowanie odcinka rzeki Kaczawy od miejscowości Prochowice do ujścia do rzeki Odry, pod względem zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego i rolniczego. Materiał pobierano przez okres 5 dni (co drugi dzień, w trzech powtórzeniach). W badaniach oznaczono podstawowe parametry fizykochemiczne wody. Wyniki badań były satysfakcjonujące. Wykazały, że Kaczawa wolna jest od zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego i antropogenicznego na badanym odcinku.

Słowa kluczowe: Kaczawa, eutrofizacja, zanieczyszczenia antropogeniczne, zanieczyszczenia rolnicze

Wstęp

Zanieczyszczenie definiuje się jako niekorzystne zmiany właściwości fizycznych, chemicznych i bakteriologicznych wody spowodowane wprowadzeniem w nadmiarze substancji nieorganicznych, organicznych lub radioaktywnych. Wśród zanieczyszczeń nieorganicznych można wyróżnić trzy grupy: stałe, płynne, gazowe. Rzeka może również ulec zanieczyszczeniu przez mikroorganizmy, które mogą powodować zmiany zarówno chemiczne jak i fizyczne wody. Mikroorganizmy mogą unosić się w toni wodnej powodując zakażenia makroorganizmów (ryb, roślin), bytują one również w osadach dennych przeprowadzając tam procesy fermentacyjne, skutkować to może uwolnieniem związanych substancji. Przemiany te mogą mieć dwojaki skutek z jednej strony powodować skażenie wody metalami toksycznymi (np.: ołów - Pb, miedź - Cu, chrom - Cr, kadm - Cd, rtęć - Hg, i cynk - Zn), z drugiej strony doprowadzać do zwiększenia trofii wody. Ma to niekorzystny wpływ na całą strukturę fauny i flory. Metale toksyczne mają różne pochodzenie i tak np.: Ołów (Pb) - w przeszłości niebezpieczeństwo stanowiły zanieczyszczenia wody wodociągowej ołowiem w miejscach, gdzie rurociągi zbudowane były z rur ołowianych, obecnie takie rury zostały wycofane z produkcji i nie są wykorzystywane w tworzeniu kanalizacji. W dzisiejszych czasach jednym z ważniejszych źródeł zanieczyszczenia ołowiem wód są kopalnie rud ołowiu. Zanieczyszczenia mogą powstawać także przy drogach komunikacyjnych. Przyczyną jest zmywanie z powierzchni terenu ołowiu powstałego podczas spalania paliw, przez spły-

wy wód opadowych. Drugim bardzo niebezpiecznym metalem toksycznym dostającym się do środowiska jest rtęć - Hg, która bardzo powszechnie występuje w przyrodzie, ale w śladowych ilościach. Natomiast działalność antropogeniczna powoduje nadmierną emisję tego pierwiastka do środowiska naturalnego. Głównymi producentami tego szkodliwego pierwiastka są fabryki produkujące papier oraz przemysł elektrochemiczny.

Dodatkowo powstają zmiany w urzeźbieniu dna rzeki (zbiornika wodnego), które w dłuższej perspektywie również oddziałują na skład faunistyczny zbiorników i cieków wodnych. Wszelkie zanieczyszczenia mają znaczący wpływ na entomofaunę ekosystemów wodnych. Jest to spowodowane wysoką wrażliwością bezkręgowców wodnych na zmiany składu chemicznego wody. Wiele z nich wymaga do rozwoju wód o najwyższej czystości lub wód o właściwościach fizykochemicznych jak najbardziej zbliżonych do naturalnych.

Zanieczyszczenia można podzielić na wiele kategorii:

a) ze względu na stopień szkodliwości:

- bezpośrednio szkodliwe – fenole (gazownie, koksownie) kwasy cyjanowodorowe (gazownie), kwas siarkowy i siarczany, kwaśny deszcz (fabryki nawozów sztucznych, celulozownie, fabryki włókien sztucznych),
- pośrednio szkodliwe – takie, które prowadzą do zmniejszenia ilości tlenu w wodzie poniżej poziomu niezbędnego do utrzymania przy życiu organizmów wodnych.

b) ze względu na trwałości zanieczyszczeń:

- rozkładalne – zawierające substancje organiczne, potencjalnie trujące, lecz podlegające przemianom chemicznym do prostych związków nieorganicznych przy udziale bakterii (ścieki domowe),
- nierozkładalne – zawierające substancje nie ulegające większym przemianom chemicznym i nie atakowane przez drobnoustroje (sole metale ciężkich),
- trwałe – zawierające substancje ulegające rozkładowi biologicznemu w niewielkim stopniu i pozostające w środowisku w niezmiennym formie przez długi okres (pestycydy, fenole, produkty destylacji ropy naftowej),

c) ze względu na źródło:

- źródła punktowe – ścieki odprowadzane w zorganizowany sposób systemami kanalizacyjnymi, pochodzące głównie z zakładów przemysłowych i z aglomeracji miejskich,
- zanieczyszczenia powierzchniowe lub obszarowe – zanieczyszczenia spłukiwane opadami atmosferycznymi z terenów zurbanizowanych nie posiadających systemów kanalizacyjnych oraz z obszarów rolnych i leśnych,
- zanieczyszczenia ze źródeł liniowych lub pasmowych – zanieczyszczenia pochodzenia komunikacyjnego, wytwarzane przez środki transportu i spłukiwane z powierzchni dróg lub torfowisk oraz pochodzące z rurociągów, gazociągów, kanałów ściekowych, osadowych [Pyłka-Gutowska 2004].

W badaniach własnych najważniejszą rolę odgrywała klasyfikacja zanieczyszczeń ze względu na pochodzenie. W tej kategorii zanieczyszczenia można podzielić na pochodzenia naturalnego i sztucznego. Wśród naturalnych wymienia się domieszki zawarte w wodach powierzchniowych i podziem-

nych, np. zasolenie, zanieczyszczenie związkami żelaza. Zanieczyszczenia pochodzenia sztucznego, nazywane inaczej antropogenicznymi, czyli związanymi z działalnością człowieka, to przede wszystkim: ścieki komunalne, spływ z terenów rolniczych, składowiska odpadów różnego rodzaju [Górka i in. 2001, Tuszyńska 2006]. Najszybsze i najbardziej znaczące zmiany w składzie chemicznym i właściwościach fizycznych zbiorników i cieków wodnych powodują zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego. Dzieje się tak ponieważ trafiają one do wody w dużych ilościach i przyjmują najczęściej formę skoncentrowaną. Do tego typu zanieczyszczeń można zaliczyć między innymi środki ochrony roślin (pestycydy), substancje powierzchniowo czynne (stanowią one ważny składnik środków myjących i czyszczących, które są wykorzystywane w każdym gospodarstwie domowym), węglowodory ropopochodne (pochodzące z przemysłu motoryzacyjnego i szeroko pojętego transportu), fenole oraz wiele innych.

W dobie rozwijającego się rolnictwa istotnym problemem stają się zanieczyszczenia rzek. Najczęściej źródłem tych zanieczyszczeń są stosowane nawozy mineralne (które w obecnych czasach mają kluczowe znaczenie w zwiększaniu produkcji roślinnej i wzbogacaniu gleby w związki mineralne) oraz zintensyfikowana produkcja zwierzęca (główny problem stanowi tu problem z zagospodarowaniem gnojówki, która najczęściej stanowi nawóz dla roślin). Kolejnym rosnącym problemem są ścieki komunalne, które w dalszym ciągu trafiają do wód gruntowych, dzięki spływom powierzchniowym, a następnie do rzek. Czynniki te mogą prowadzić do eutrofizacji wód, która wiąże się z procesem wzbogacania zbiorników wodnych w pierwiastki biofilne, skutkującym wzrostem trofii, czyli żyzności wód [Kajaka 2001]. Proces ten dotyczy nie tylko zbiorników wodnych, ale także cieków. Zmiany eutrofizacyjne prowadzą do zachwiania równowagi ekosystemu rzecznoego oraz zaburzenia bioróżnorodności na jego terenie. W związku z tym, niezbędne jest ciągle monitorowanie stanu wód powierzchniowych, przede wszystkim rzek, na terenie Polski.

Rzeka Odra jest drugą pod względem długości rzeką Polski, ma 854,3 km z czego 742 km przypada na Polskę. Przepływa przez Czechy, Niemcy i Polskę i znajduje się w zlewisku Morza Bałtyckiego. Źródło Odry znajduje się w Górach Odrzańskich w Sudetach Wschodnich na terenie Czech. Badania wykonane w 2006 przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska wykazały, że poprzez Odrę dostała się do Morza Bałtyckiego duża ilość metali ciężkich, przede wszystkim miedzi, cynku i niklu [Główny Urząd Statystyczny 2007]. W 2007 roku wykonano badania w różnych punktach na Odrze i stwierdzono, że poszczególne odcinki można zaklasyfikować od III do V klasy jakości wód. Wykazano również zaawansowaną eutrofizację na poszczególnych odcinkach rzeki [WIOŚ w Zielonej Górze 2008, WIOŚ w Szczecinie 2008].

Materiał i metody

Badania prowadzono na odcinku rzeki Kaczawy na wysokości miejscowości Prochowice, Kwiatkowice oraz przy ujściu do rzeki Odry. Kaczawa jest jednym z największych lewych dopływów Odry, przepływa przez województwo dolnośląskie, swoje źródło ma w Górach Kaczawskich. Poniżej Legnicy nabiera charakteru nizinnego, co przejawia się wolnym nurtem. Okresowo

występuje z brzegów, zalewając pobliskie zabudowania. Rzeka została wybrana ze względu na nietypowy charakter i zróżnicowanie na jej długości. Przepływa ona przez tereny leśne, rolnicze i zurbanizowane. Dzięki takiemu charakterowi rzeka ta daje obraz zmian jakie wywołują poszczególne typy wykorzystania terenu. Do badań wyznaczono 4 punkty pobrań. Jako pierwszy wybrano jaz w miejscowości Prochowice. Drugim punktem było ujście małego ciek w wodnego na wysokości Oczyszczalni Ścieków Prochowice. W punkcie trzecim pobrano wodę w miejscowości Kwiatkowice, najbliższej budynków mieszkalnych. Punkt czwarty stanowiło ujście Kaczawy do Odry, miejsce oddalone od zabudowań. W okolicach wszystkich czterech punktów pobrań znajdują się pola uprawne (m.in. rzepaku), punkt trzeci i czwarty zlokalizowany był również w sąsiedztwie lasu mieszanego. Wodę pobierano przez 5 dni (trzy razy co drugi dzień z każdego punktu), do butelek polietylenowych, przez całą szerokość rzeki. Punkty badawcze dobierano tak, aby były one jak najbardziej reprezentatywne i uwzględniały każde potencjalne źródło zanieczyszczeń. Podczas pobierania materiału do badań nie występowały opady atmosferyczne, co dodatkowo sprzyjało wiarygodności wyników badań. Nie istniało bowiem ryzyko związane z dopływem zanieczyszczeń pochodzących z atmosfery. Oznaczano w próbach tylko te zanieczyszczenia, które bez dodatkowych czynników (spływy powierzchniowe, opady atmosferyczne itp.) dostały się do Kaczawy.

Po przetransportowaniu materiału badawczego do laboratorium oznaczono podstawowe własności fizyczne i chemiczne wody. Określono przewodnictwo elektrolityczne za pomocą konduktometru. Następnie zmierzono odczyn wody za pomocą pehametru, w którym pH ustala się na podstawie pomiaru SEM ogniwa czyli siły elektromotorycznej utworzonej z różnicy pomiędzy elektrodami wskaźnikową i porównawczą. Elektrody umieszczone są w jednej szklanej sondzie. Urządzenie pomiarowe dodatkowo zaopatrzone było w termometr. Jest to istotne, ponieważ temperatura ma znaczący wpływ na oznaczenie odczynu badanej wody. W celu uniknięcia odchyleń pomiarowych, woda była pozostawiana w warunkach pokojowych, aż do wyrównania temperatury we wszystkich próbach. Oznaczenie odczynu było niezbędne do oznaczenia zasadowości. Było to podyktowane zależnością jaka występuje pomiędzy odczynem a doбором odpowiedniego barwnika. Gdy pH wynosi około lub powyżej 8,0 oznaczenie wykonuje się wobec fenoloftaleiny, natomiast gdy pH powyżej 4,6 - wobec oranżu metylowego. Zasadowość oznaczono metodą miareczkową z 0,1 M HCl wobec oranżu metylowego. Kolejna analiza obejmowała oznaczenie twardości ogólnej metodą wersenianową. Zawartość wapnia w próbce badanej oznaczono metodą wersenianową z mureksydem. W celu określenia zawartości chlorków posłużono się metodą Mohra. Wszystkie oznaczenia wykonano wykorzystując miareczkowanie titrantem do zmiany barwy analitu. Miareczkowanie umożliwia oznaczenie ilościowe. Titrant dodawany był porcjami z biurety wprost do analitu. Analit był cały czas mieszany. Zawartość magnezu obliczono z różnicy twardości ogólnej i wapnia. Analizę zawartości azotanów określono metodą z kwasem fenolodwusulfonowym, a pomiaru dokonano przy użyciu spektrofotometru.

Wyniki badań

Odczyn badanej wody-charakteryzował się on wyrównaną wartością we wszystkich próbach i mieścił się w przedziale pH 7,01 dla drugiego punktu pobrań w drugim dniu, a pH 7,41 dla czwartego punktu również w drugim dniu pobrań. Wszystkie wartości oscylowały wokół odczynu lekko zasadowego.

Przewodnictwo elektrolityczne w większości prób także utrzymywało się na wyrównanym poziomie. Wyjątkiem były próby z drugiego i trzeciego dnia pobrania w punkcie drugim. Zaobserwowano znaczny wzrost przewodnictwa w tych dwóch próbach ($1344 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ i $1300 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Świadczyć to może o obecności substancji łatwo ulegających hydrolizie.

Zawartość chlorków w przeprowadzanej analizie wahała się od $12 \text{ mg Cl}\cdot\text{dm}^{-3}$ w pierwszym dniu pobrania z punktu pierwszego do aż $44 \text{ mg Cl}\cdot\text{dm}^{-3}$ z dnia drugiego i trzeciego w punkcie drugim. Oznaczona zasadowość wskazuje na nietypowy charakter prób z punktu drugiego z dnia drugiego i trzeciego. Te próby charakteryzowały się najwyższą wartością – analogicznie $290,232 \text{ mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$ i $310,248 \text{ mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$, a pozostałe próby utrzymywały się na zrównoważonym poziomie. Analiza twardości ogólnej wykazała brak znaczących odchyień, z wyjątkiem próby z dnia drugiego z punktu czwartego ($317,73 \text{ mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$). Wszystkie badane próby charakteryzowały się bardzo niską zawartością azotanów. Wyróżniające się wartości zaobserwowano jedynie przy próbie z dnia drugiego w punkcie trzecim ($1,51 \text{ mg NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$) i z dnia pierwszego i drugiego z punktu czwartego (analogicznie $1,8 \text{ mg NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$ i $1,3 \text{ mg NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$). Jednak mimo to, nadal spełniały one normę określoną dla I klasy jakości wód, która wynosi $\leq 2,2 \text{ mg NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$.

Wartości charakteryzujące zawartość wapnia w badanych próbach oscylowały wokół średniej, nie zaobserwowano znaczących odchyień. Zakres wartości wynosił od $57,2 \text{ mg Ca}\cdot\text{dm}^{-3}$ w dniu trzecim przy pobraniu z punktu czwartego do $72,93 \text{ mg Ca}\cdot\text{dm}^{-3}$ również w dniu trzecim przy pobraniu z punktu drugiego.

Zawartość magnezu w większości prób również nie odbiegała znacząco od normy. Większe odchylenia zaobserwowano przy pobraniu z punktu czwartego w dniu drugim i trzecim (odpowiednio $40,7584 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i $36,4224 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$).

Tabela 1. Wartości poszczególnych oznaczeń (w kolumnie Próba - pierwsza cyfra oznacza miejsce pobrania materiału, druga – dzień pobrania materiału)

Próba	pH	Przewodnictwo [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	Chlorki [$\text{mgCl}\cdot\text{dm}^{-3}$]	Zasadowość [$\text{mgCaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$]	Twardość [$\text{mgCaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$]	Azotany [mg·dm ⁻³]	Wapń [mg·dm ⁻³]	Magnez [mg·dm ⁻³]
1.1	7,08	614	12	200,16	235,62	0,02	60,06	20,8128
1.2	7,2	611	26	160,128	214,2	0,01	60,06	15,6096
1.3	7,39	626	24	160,128	246,33	0,01	65,78	19,9456
2.1	7,05	599	26	140,112	235,62	0,01	60,06	20,8128
2.2	7,01	1344	44	290,232	274,89	0,24	67,21	26,016
2.3	7,09	1300	44	310,248	278,46	0,32	72,93	23,4144
3.1	7,32	570	26	170,136	203,49	0,02	61,49	12,1408
3.2	7,28	630	30	180,144	242,76	1,51	71,5	15,6096
3.3	7,37	628	24	120,096	257,04	0,01	58,63	26,8832
4.1	7,3	576	26	110,088	239,19	1,8	58,63	22,5472
4.2	7,41	630	26	150,12	317,73	1,3	60,06	40,7584
4.3	7,28	620	24	190,152	292,74	0,01	57,2	36,4224
Średnia	7,23	729,00	27,67	181,81	253,17	0,44	62,80	23,41

W Polsce wyróżnia się pięć klas jakości wód powierzchniowych zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną obowiązującą w Unii Europejskiej [Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r.]. Klasa I charakteryzuje się bardzo dobrym stanem wód, co oznacza, że elementy biologiczne mają charakter naturalny, niezakłócony, a elementy fizyko-chemiczne nie mają wpływu na człowieka. W przypadku zanieczyszczeń syntetycznych ich wykrywalność jest bliska lub równa zeru. Dobrym stanem charakteryzują się wody sklasyfikowane jako II klasa jakości, gdzie występują jedynie niewielkie odchylenia od stanu naturalnego. Zanieczyszczenia syntetyczne nie powinny przekraczać określonych norm. Okresowo może występować wzrost glonów planktonicznych (czyli glony unoszące się w toni wodnej, charakteryzujące się pewną przezroczystością i ciężarem właściwym zbliżonym do ciężaru właściwego wody (około 1,05 g/ml)) i zakwity (masowy rozwój mikroskopijnych rozmiarów organizmów żywych, które nie są widzialne gołym okiem i powodują zmiany zabarwienia wody) zależnie od rodzaju zbiornika. Zdarza się również zanik pewnych grup i klas wiekowych ryb. III klasę jakości oceniono jako umiarkowany stan wód, co oznacza umiarkowane odchylenia od stanu naturalnego. Zakwity glonowe mogą występować stale od czerwca do sierpnia, a duże skupiska bakterii negatywnie wpływają na rozwój biocenoz. Obserwuje się zaburzoną strukturę wiekową w populacjach ryb. Klasa IV jakości charakteryzuje wody o słabym stanie. Oznacza to, że występują znaczne odchylenia od stanu naturalnego. Złym stanem wód charakteryzuje się

klasa V jakości z poważnymi odchyleniami od stanu naturalnego. W tej klasie znaczna część organizmów charakterystycznych dla stanu niezakłóconego w ogóle nie występuje [Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 lipca 2009 r.].

W wykonanych badaniach średnie wartości oznaczanych wskaźników oscyływały wokół norm dla I klasy bądź II klasy jakości wód. Oznaczony odczyn odcinka rzeki Kaczawy mieścił się w normie dla I klasy jakości wód (średnia z wykonanych badań - 7,23 norma 6-8,5), podobnie jak przewodność elektrolityczna (średnia z wykonanych badań - 729,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, norma 1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), chlorki (średnia z badań - 27,67 $\text{mg Cl}\cdot\text{dm}^{-3}$, norma $\leq 200 \text{ mg Cl}\cdot\text{dm}^{-3}$), twardość ogólna (średnia z badań - 253,17 $\text{mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$, norma $\leq 300 \text{ mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$), azotany (średnia z badań - 0,44 $\text{mg NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$, norma $\leq 2,2 \text{ mg NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$), wapń (średnia z badań - 62,80 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, norma $\leq 100 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) i magnez (średnia z badań - 23,41 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, norma $\leq 50 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Jedynie pod względem zasadowości, badany odcinek rzeki można zaklasyfikować do II klasy jakości wód (średnia z badań - 181,81 $\text{mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$, norma dla klasy I $\leq 150 \text{ mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$, dla klasy II $\leq 250 \text{ mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$).

Podsumowanie

Po przeprowadzeniu badań i analizie wyników można wnioskować, iż badany odcinek rzeki Kaczawy spełnia warunki dla I klasy czystości wód. Wody znajdujące się w tej klasie mogą być wykorzystywane jako źródło wody pitnej dla ludności, jako zaopatrzenie przemysłu spożywczego oraz hodowli ryb łososiowatych. Należy pamiętać jednak, że jest to tylko fragment rzeki oraz niepełny wykaz badanych i obowiązujących parametrów. Pozostałe odcinki również wymagają badań i ciągłego monitorowania, ponieważ rzeka, jako całość, podlega częstym zmianom. O wspomnianych zmianach mogą świadczyć badania prowadzone na przestrzeni lat 2004-2007, które klasyfikowały fragment Kaczawy przy ujściu do Odry, jako III klasę czystości wód. Wyższe wartości osiągały takie parametry, jak odczyn, który oscyływał w granicach 7.8-7.9, a także azotany - 17 $\text{mgNO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$, analiza przewodności wykazała jej wartość na poziomie 570,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, czyli znacznie niższym niż średnia z badań własnych. Badania te przeprowadzone zostały przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu [Andruszkiewicz 2007].

Piśmiennictwo

1. Andruszkiewicz K., 2007: Ocena stanu jakości rzek województwa dolnośląskiego w 2007 roku. Raport Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska we Wrocławiu 8, 14: 21-22.
2. Główny Urząd Statystyczny, 2007: Rocznik statystyczny gospodarki morskiej. Warszawa
3. Górka K., Poskrobko B., Radecki W., 2001: Ochrona środowiska. Polskie Wyd. Ekonomiczne.
4. Kajaka Z., 2001: Hydrobiologia-limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych. PWN. Warszawa.
5. Pyłka-Gutowska E., 2004: Ekologia z ochroną środowiska. Przewodnik. Oświata.

6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych: Dz. U. z 2011r. Nr 257, poz, 1545.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 lipca 2009 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych: Dz. U. z 2009 r. Nr 122, poz. 1018.
8. Tuszyńska L., 2006: Edukacja ekologiczna dla nauczycieli i studentów. Wyższa Szkoła Pedagogiczna TWP w Warszawie.
9. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Szczecinie, 2008: Raport o stanie środowiska w województwie zachodniopomorskim w latach 2006-2007.
10. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze, 2008: Stan środowiska w województwie lubuskim w 2007 roku.